

Vysoká škola báňská - Technická univerzita

Ostrava

Fakulta bezpečnostního inženýrství

Katedra ochrany obyvatelstva

**Připravenost složek záchranného systému pro
případ havárie na jaderné elektrárně**

Student: Bc. Vojtěch Byrtus

Vedoucí diplomové práce: Ing. Lenka Maléřová, Ph.D.

Studijní obor: Bezpečnostní plánování

Datum zadání diplomové práce: 15. 06. 2017

Termín odevzdání diplomové práce: 12. 04. 2018

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta bezpečnostního inženýrství
Katedra ochrany obyvatelstva

Zadání diplomové práce

Student:

Bc. Vojtěch Byrtus

Studijní program:

N3908 Požární ochrana a průmyslová bezpečnost

Studijní obor:

3908T007 Bezpečnostní plánování

Téma:

Připravenost složek záchranného systému pro případ havárie na jaderné elektrárně

Preparedness of the Integrated Rescue System on Accidents in Nuclear Power Plant

Jazyk vypracování:

čeština

Zásady pro vypracování:

Cíl práce:

Studie k připravenosti složek záchranného systému pro případ havárie Jaderné elektrárny Dukovany.

Charakteristika práce:

Rešerše platných právních předpisů. Analýza současného stavu. Průzkum možností a provedení dezaktivace (dekontaminace) osob, materiálů a zvířat v předurčených lokalitách. Zhodnocení materiálních a technických prostředků IZS vyčleňovaných pro případ havárie. Návrh možné úpravy současného stavu. Zdůvodnění navrženého řešení.

Seznam doporučené odborné literatury:

Vnější havarijný plán Jaderné elektrárny Dukovany

Zákon č. 263/2016 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů

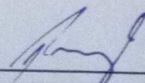
Zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí diplomové práce: **Ing. Lenka Maléřová, Ph.D.**

Datum zadání: 15.06.2017

Datum odevzdání: 12.04.2018


doc. Ing. Jiří Pokorný, Ph.D., MPA
vedoucí katedry




prof. Ing. Pavel Poledňák, Ph.D.
děkan fakulty

Anotace

BYRTUS, Vojtěch. *Přípravenost složek záchranného systému pro případ havárie na jaderné elektrárně*. Diplomová práce, Ostrava: VŠB – Technická Univerzita Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství, 2018, 58 s

Tato diplomová práce se zabývá popisem a zhodnocením materiálně-technického vybavení složek integrovaného záchranného systému v případě havárie Jaderné elektrárny Dukovany. Dále pak poukazuje na možné problémy a komplikace, které mohou nastat při řešení dekontaminace a navrhuje možná řešení.

Klíčová slova: Radiační mimořádná událost; Jaderná elektrárna Dukovany; Dekontaminace; Radioaktivita

Annotation

BYRTUS, Vojtěch. *Preparedness of the Integrated Rescue System on Accidents in Nuclear Power Plant*. Thesis, Ostrava: VŠB – Technická Univerzita Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství, 2018, 58 p

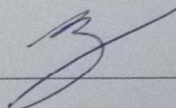
This thesis is concerned with the description and evaluation of material and technical equipment of emergency services in case of an accident in Dukovany Nuclear Power Station. It also deals with possible problems and complications which may appear in case of decontamination and suggests possible solutions.

Key words: Radiological emergency event; Nuclear power plant Dukovany; Decontamination; Radioactivity;

Mistopřísežné prohlášení

Mistopřísežně prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Hranicích, 9. 4. 2018



Bc. Vojtěch Byrtus

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- jsem byl/a seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů;
- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava (dále jen VŠB – TUO), dostupná k prezenčnímu nahlédnutí;
- beru na vědomí, že VŠB – TUO má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě
- diplomovou/bakalářskou práci užít v souladu s § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má právo VŠB – TUO na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem VŠB – TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce
- využito softwaru poskytnutého VŠB – TUO nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považuji se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Bc. Vojtěch Byrtus

Hranice, Cementářské sídliště 1316, 75301

Dne: 9.4.2018

Podpis: _____

1) zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací.

(1) Vysoká škola nevýdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpisy vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlázení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

2) zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3;

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

3) zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst.

3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle usoudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školního nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídně k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji touto cestou paní Ing. Lence Maléřové PhD., za vedení mojí diplomové práce, za odbornou pomoc, ochotu a čas. Děkuji také panu rtm. Ondřeji Petrákovi z 311. prrhbo Liberec za poskytnuté důležité údaje k vypracování práce a důležité konzultace.

Obsah

Úvod.....	1
1 Rešerše	2
Seznam použitých zkratk	4
2 Teoretická část	5
2.1 Integrovaný záchranný systém	5
2.1.1 Hasičské záchranné sbory	5
2.1.2 Záchranná zdravotnická služba.....	6
2.1.3 Policie České republiky	6
2.1.4 Armáda České republiky	6
2.2 Dekontaminace.....	7
2.2.1 Druhy dekontaminace	8
2.2.2 Metody provádění dekontaminace:.....	9
2.3 Ionizující záření.....	10
2.3.1 Radioaktivní látky	10
2.3.2 Druhý záření radioaktivních látek.....	10
2.3.3 Základní veličiny a jednotky	12
2.3.4 Účinky ionizujícího záření.....	14
2.3.5 Dezaktivace.....	17
2.4 Radiační mimořádné události.....	17
2.4.1 Mezinárodní stupnice hodnocení závažnosti jaderných událostí.....	18
2.5 Jaderné energetické zařízení České republiky	19
2.5.1 Jaderná elektrárna Dukovany.....	20
3 Praktická část	23
3.1 Analýza materiálního a technického vybavení	23
3.1.1 Prostředky pro dekontaminaci osob.....	23

3.1.2	Prostředky pro dekontaminaci techniky	31
3.1.3	Prostředky monitorování, průzkumu a dozimetrické kontrole	36
3.2	Analýza dekontaminačních postupů	40
3.2.1	Dekontaminační směs	40
3.2.2	Dekontaminace osob	41
3.2.3	Dekontaminace techniky	41
3.2.4	Dekontaminační prostory	41
3.2.5	Označení kontaminovaných osob	43
3.3	Cvičení ZÓNA	43
3.4	Výsledek analýz	43
	Závěr	45
	Literatura	47
	Seznam obrázků	49
	Seznam tabulek	50

Úvod

Svět, který známe v dnešní době, se o mnoho liší, než jak jsme ho znali třeba před dvaceti léty. Technologické inovace ve všech odvětvích ovlivňují naše životy a nese to sebou rizika. Se zvýšenou informovaností a možnostmi si opatřit skoro cokoli narůstají počty útoků na nevinné osoby. Určité skupiny si tímto počínáním chtějí vydobýt pozornost a třeba i nadvládu nad určitou oblastí. Ohroženými nemusí být pouze osoby, ale i objekty kritické infrastruktury. Mimořádné události způsobené úmyslně, technologickou chybou popřípadě lidským faktorem si vyžádaly opatření, které je třeba plánovat dopředu. Protože kdo je připraven, nebývá zaskočen. Vytvořením různých plánů se vytvořil systém, který dává určitý návod jak tyto situace zvládat a zároveň být na ně připraven.

Diplomové práce je zaměřena na hodnocení technologických postupů, materiálních a technických prostředků zasahujících jednotek při jaderné havárii elektrárny Dukovany. Složky integrovaného záchranného systému mají při radiační havárii za úkol dezaktivaci osob, materiálu a techniky v předurčených místech dekontaminace. Z toho plyne, že každé dekontaminační místo má svá specifika na materiál a techniku. K úkolu dezaktivace jsou předurčeny jednotky hasičského záchranného sboru (dále jen HZS) a Armády České republiky (dále jen AČR), které disponují odlišnou technikou. Různorodost technického vybavení a odlišnosti v dezaktivacích postupech klade ještě větší nároky na připravenost těchto jednotek. A proto tato práce se věnuje hlavně dvěma složkám integrovaného záchranného systému – HZS a AČR.

Cílem této studie je zhodnocení materiálních, technických prostředků a technologických postupů složek integrovaného záchranného systému vyčleňovaných pro případ jaderné havárie a možné úpravy současného stavu.

1 Rešerše

Při vytváření diplomové práce jsem se seznámil s touto literaturou a dokumenty:

Zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému.

Zákon vymezuje integrovaný záchranný systém, stanoví složky integrovaného záchranného systému a jejich působnost, stanoví působnost a pravomoc státních a územních orgánů samosprávných celků, práva a povinnosti právnických a fyzických osob při záchranných a likvidačních pracích.

Zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon.

Zákon pojednává o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření, upravuje používání jaderné energie, systém ochrany osob a životního prostředí před ionizujícím zářením, povinnosti při přípravě a provádění zásahu vedoucí ke snížení ozáření, nakládání s radioaktivním materiálem a odpady, výkon státní správy při užívání jaderné energie.

MATOUŠEK, J. URBAN, J. LINHART, P. *CBRN Detekce a monitorování*

fyzická ochrana dekontaminace. 1.vydání. Ostrava SPBI , 2008. 232 s. ISBN 978-80-7385-048-7.

Kniha pojednává o základních východiscích, vývoji a soudobých systémech ochrany proti toxickým látkám, ionizujícímu záření, radionuklidům a biologickým agens s důrazem na aktuální vojenské a nevojenské chemické, biologické a radiační hrozby. Podrobně rozebírá metody a prostředky v základních oblastech technické ochrany, tj. průzkumu, monitorování a laboratorní kontrole, fyzické osobní i kolektivní ochrany a dekontaminaci.

KOTINSKÝ, P. HEJDOVÁ, J. *Dekontaminace v požární ochraně.* 1. vydání. Ostrava SPBI , 2003. 126 s. ISBN 80-86634-31-0.

Kniha řeší problematiku dekontaminace v rámci jednotek požární ochrany. Zabývá se přehledem základních kontaminantů a jejich vlivu na lidský organismus. Dále popisuje

základní dekontaminační technologie, metody a prostředky. Podrobně popisuje postup dekontaminace hasičů a kontaminovaných osob.

Vnější havarijný plán pro zónu havarijního plánování Jaderné elektrárny Dukovany.

Dokument obsahující postupy, činnosti a soupisy všech složek integrovaného záchranného systému, právnických osob, podnikajících fyzických osob a fyzických osob, včetně jejich práv a povinností, při vzniku mimořádné události. Dokument je určen výhradně pro orgány krizového štábu (dále jen „KŠ“)kraje.

Seznam použitých zkratek

AČR	Armáda České republiky
ČR	Česká Republika
DM	Dekontaminační místo
HZS ČR	Hasičský záchranný sbor České republiky
IZS	Integrovaný záchranný systém
PIO	Prostředky individuální ochrany
JE	Jaderná elektrárna
KŠ	Krizový štáb
MU	Mimořádná událost
OPIS	Operační a informační středisko
ORP	Obec s rozšířenou působností
PČR	Policie České republiky
SDO	Stanoviště pro dekontaminaci osob
SDT	Stanoviště pro dekontaminaci techniky
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
ZHP	Zóna havarijního plánování
ZZS	Zdravotnická záchranná služba

2 Teoretická část

Pro bližší pochopení problematiky odstraňování následků radiační havárie je zapotřebí vymezit některé pojmy z této oblasti.

2.1 Integrovaný záchranný systém

Pojmem integrovaný záchranný systém (dále jen IZS) se rozumí koordinovaný postup jeho složek při přípravě na mimořádné události a při provádění záchranných a likvidačních prací. Základním právním předpisem je zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému. IZS existuje v Česku od roku 2001, ačkoliv jeho základy vznikly již v roce 1993. Hlavním koordinátorem IZS je HZS ČR. Pokud na místě neštěstí zasahuje více složek IZS, velitelem zásahu se stává vedoucí člen složky, jejíž činnost je na místě převažující.[11]

Základní složky IZS:

- HZS ČR;
- Jednotky požární ochrany (dále jen PO) zařazené do plošného pokrytí kraje jednotkami PO;
- Poskytovatelé zdravotnické záchranné služby;
- Policie České republiky (dále jen PČR).

Ostatní složky IZS:

- Vyčleněné síly a prostředky ozbrojených sil;
- Obecní policie;
- Orgány ochrany veřejného zdraví;
- Havarijní, pohotovostní, odborné a jiné služby;
- Zařízení civilní ochrany;
- Neziskové organizace a sdružení občanů, která lze využít k záchranným a likvidačním pracím.[12]

2.1.1 Hasičské záchranné sbory

HZS ČR je jednotný bezpečnostní sbor, jehož základním úkolem je chránit životy a zdraví obyvatel, životní prostředí, zvířata a majetek před požáry a jinými mimořádnými událostmi a krizovými situacemi (živelní pohromy apod.). Činnost HZS ČR se řídí dle zákona č. 320/2015 Sb., o Hasičském záchranném sboru České republiky ve znění

pozdějších předpisů. Jednotky HZS jsou vybavené potřebnou technikou, záchrannými prostředky a speciálně připravenými příslušníky, které tvoří prvosledové složky záchranného systému.[13]

2.1.2 Záchranná zdravotnická služba

Usnesením vlády ČR č. 339 z 12. 12. 1990 je deklarováno, že stát zaručuje občanům neodkladnou pomoc v naléhavých případech. Pro systém IZS slouží jako základní článek poskytování zdravotní péče Zdravotnická záchranná služba (dále jen ZZS). Ta poskytuje odbornou neodkladnou přednemocniční péči a to od přijetí tísňové zprávy až po předání postiženého do nemocniční péče, včetně jeho transportu. K zabezpečení zmíněných úkolů je vytvořena síť zařízení a pracovišť záchranné služby, v níž jako řídicí prvek celého záchranného řetězce vystupuje zdravotnická operační středisko a jeho výkonné prvky. [13]

2.1.3 Policie České republiky

PČR je jednotný ozbrojený bezpečnostní sbor zřízený zákonem České národní rady ze dne 21. června 1991. Jejím úkolem je chránit bezpečnost osob a majetku, chránit veřejný pořádek a předcházet trestné činnosti. Plní rovněž úkoly podle trestního řádu a další úkoly na úseku vnitřního pořádku a bezpečnosti svěřené jí zákony, předpisy Evropských společenství a mezinárodními smlouvami, které jsou součástí právního řádu České republiky.[14]

2.1.4 Armáda České republiky

Síly a prostředky AČR lze využít k posílení základních složek IZS při likvidaci následků přírodních a antropogenních katastrof v případech, kdy vzniklou situaci nemohou jiné složky zvládnout. Pomoc poskytují na základě subsidiárního principu s příslušnými legislativními a jinými předpisy.

Na jaře roku 2003 byla ministry vnitra a obrany podepsána Rámcová smlouva mezi Ministerstvem vnitra a Ministerstvem obrany o spolupráci v oblasti IZS, která stanovuje principy a podmínky pro použití sil a prostředků AČR v IZS. V návaznosti na ní byla téhož roku podepsána generálním ředitelem HZS ČR a náčelníkem Generálního štábu armády Dohoda o plánované pomoci na vyžádání, která upravuje rozsah poskytnutí pomoci

některými organizačními součástmi AČR při provádění záchranných a likvidačních prací.[13]

2.2 Dekontaminace

Dekontaminace je soubor metod, postupů a prostředků k účinnému odstranění kontaminantů. Vzhledem k tomu, že úplné odstranění kontaminantů zpravidla není dokonalé (zbytková kontaminace), stanovíme definici dekontaminace jako snížení škodlivého účinku kontaminace na bezpečnou úroveň a jeho likvidaci. Cílem dekontaminace je pak snížení zdravotnických a nenávratných ztrát a zkrácení doby používání ochranných prostředků.[9]

Problematicke dekontaminace (dřívější název speciální očista) je věnována řadu let trvalá pozornost, zejména v AČR. V PO, v důsledku narůstajícího počtu zásahů jednotek požární ochrany na nebezpečné látky, byla dekontaminace řešena zejména v letech 1992 až 1994 se zaměřením na dekontaminaci Obrázek 1 od průmyslových škodlivin a radioaktivních látek.



Obrázek 1: Nános dekontaminační směsi postřikovým rámem POR-82 [vlastní zdroj]

Je třeba definovat i pojem kontaminace (dřívější název zamoření). Kontaminace je znečištění osob, zvířat, věcí, rostlin, prostor a prostředí škodlivými látkami. Může nastat při haváriích s únikem nebezpečných látek, požárech a při výskytu a projevech infekčních onemocnění a nálezů.

Formy kontaminace mohou být vnější a vnitřní. Vnější forma se projevuje kontaminací povrchu předmětu, rostlin, lidského těla nebo zvířat. Při vnitřní formě dochází k proniknutí kontaminantu do vnitřních vrstev (vdechnutím - inhalací, požitím - ingescí, kůží - inokulací). Pro stupeň pronikání kontaminantu je důležitý povrch materiálu a u biologických látek vlastnosti mikroorganismů nebo toxinů.[17]

2.2.1 Druhy dekontaminace

Dekontaminaci dělíme podle několika kritérií

Podle druhu odstraňovaných kontaminovaných látek na:

- Detoxikaci - chemické látky;
- Dezaktivaci - radioaktivní látky;
- Dezinfekci - biologické látky.

Podle kontaminovaného povrchu na:

- Osob;
- Techniky a dopravních prostředků;
- Terénu a budov;
- Zvířat;
- Výstroje a prostředků ochrany;
- Potravin a vody.

Podle rozsahu na:

- Okamžitou dekontaminaci

Uskutečňuje ji jednotlivec okamžitě po zasažení otravnými látkami. Jejím cílem je záchrana života a zmenšení následků zasažení. Může zahrnovat také dekontaminaci výstroje a výzbroje. Zpravidla se uskutečňuje pomocí individuálního protichemického balíčku;[17]

- Částečnou dekontaminaci

Uskutečňuje ji jednotlivec nebo jednotka. Omezuje se na dekontaminaci určité části výzbroje, jiného materiálu a pracoviště. Jejím cílem je na co nejmenší míru omezit

styk se škodlivinou, její další šíření a umožnit pokračování bojové činnosti. Může rovněž zahrnovat dekontaminaci jednotlivců, která jde nad rámec okamžité dekontaminace, dekontaminaci materiálu a zásob nezbytných pro splnění úkolu a omezených úseků terénu;[17]

- Úplnou dekontaminaci

Dekontaminace celého objektu s cílem dosáhnout bezpečné koncentrace kontaminantu z hlediska kontaktního i inhalačního působení, umožnit částečné nebo úplné sejmutí prostředků individuální ochrany a pokračovat v bojové činnosti s co nejmenším zdržením. Může rovněž zahrnovat dekontaminaci terénu. Úplnou dekontaminaci uskutečňuje jednotka buď vlastními silami a prostředky, nebo s podporou jiné jednotky. [17]

2.2.2 Metody provádění dekontaminace:

S ohledem na formu kontaminace, druh povrchu a teplotní podmínky rozlišujeme několik metod dekontaminace:

- Mechanické (vyklepávání, vytřepávání, kartáčování, mechanické otírání, izolace celé kontaminované povrchové vrstvy, překrytí kontaminovaného povrchu izolačním materiálem);
- Fyzikální (odpařování, smývání vhodnými směsmi, vodou či rozpouštědly, sorpce na sorbentech);
- Chemické (chemická reakce kontaminantů s vhodným činidlem - rozklad látky, přeměna na méně toxické produkty, popř. přeměna na formu, jejíž odstranění z povrchu nebo materiálu je snadnější).

Nejúčinnější jsou ty způsoby dekontaminace, které představují kombinaci všech výše uvedených metod (např. dekontaminace tlakovou parou s přidavkem chemikálií). Na základě uvedených metod jsou nejčastěji používány:

- Postřik: dvouetapový, nebo třietapový;
- Otírání;
- Chemické čištění;
- Praní (popř. dekontaminace varem);
- Dekontaminace tlakovou vodní parou;

- Dekontaminace pěnamí.

2.3 Ionizující záření

Toto záření jako takové má pro laického pozorovatele velkou nevýhodu. Zdravý člověk nemůže rozpoznat žádnými lidskými vjemy jeho působení. Záření, které je bez vůně, zápachu a pro lidské oko neviditelné působí o to zákeřněji. Bez technických prostředků je prakticky nezjistitelné.

2.3.1 Radioaktivní látky

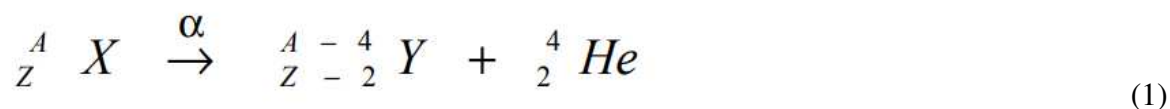
V přírodě se vyskytují atomy, jejichž jádra jsou nestabilní a samovolně se přeměňují na jádra jiných prvků za vzniku neviditelného ionizujícího (radioaktivního) záření. Tento proces je označován jako přírodní radioaktivita (ve starší literatuře se nazývá "přírozená"). Radioaktivními se však mohou stát i původně stabilní jádra ozařováním, například v jaderném reaktoru.

V tom případě se jedná o umělou radioaktivitu. Nestabilní jádra, která se rozpadají, se nazývají radionuklidy, případně radioizotopy. Mají různé vlastnosti: mohou být přírodní nebo umělé, mohou se rozpadat rychleji nebo pomaleji, vydávají záření různého druhu a toto záření může mít různou intenzitu a pronikavost.[1]

2.3.2 Druhý záření radioaktivních látek

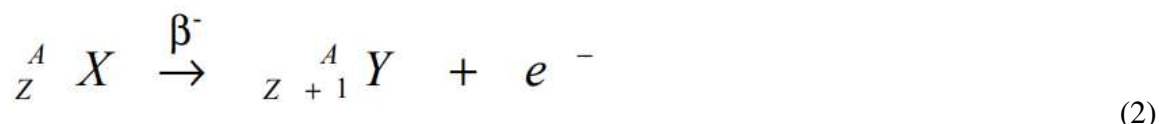
Záření alfa (α)

Toto záření vydává většina přírodně radioaktivních izotopů. Jsou to prudce letící kladná jádra helia ${}^4_2\text{He}$ (heliony). Původní jádro radionuklidu ztratí dva protony a dva neutrony a vznikne jádro nového prvku (1). V periodické tabulce je posunutý o dvě místa doleva. Záření α silně ionizuje prostředí, kterým prochází a dá se snadno odstínit. K nejznámějším zdrojům záření alfa patří rádium, které objevila v roce 1898 Marie Curie-Sklodowská:

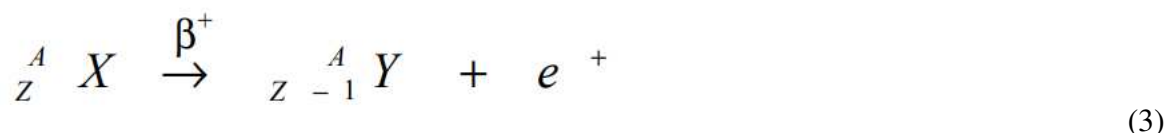


Záření beta (β)

Záření β^- je tvořeno proudem záporných elektronů e^{-1} , vznikajících v jádře radioaktivního prvku. Dochází k tomu při přeměně neutronu na proton (2). Nové jádro má přibližně stejnou hmotnost jako původní, jeho kladný náboj je však o jednotku větší. V periodické tabulce je posunuté o jedno místo doprava. Záření β má větší pronikavost než záření α .

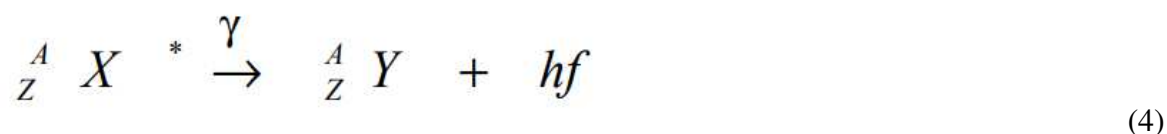


Kromě záření β^- může při radioaktivních přeměnách vznikat i záření β^+ (3), které je tvořeno proudem kladných pozitronů (antičástice k elektronům).



Záření gama (γ)

Záření γ je velmi pronikavé elektromagnetické záření, které nenese žádný elektrický náboj. Nevzniká jiný izotop, jádro pouze ztratí část své energie (4). Toto záření se dá odstínit jen velmi silnými vrstvami kovu nebo betonu. Často se používá k podobným účelům jako rentgenové záření, protože má podobné vlastnosti.



Radioaktivní přeměny

Při přeměnách radionuklidů vzniká radioaktivní (ionizující) záření, tento děj vystihuje zákon radioaktivní přeměny. Rychlost radioaktivních přeměn udává veličina poločas přeměny T . Doba, za kterou se rozpadne právě polovina jader sledovaného izotopu. Ze zbývajících poloviny se za další poločas přeměny rozpadne opět polovina jader atd. Některé izotopy mají poločas přeměny velmi dlouhý (např. pro rádium je to 1590 roků), jiné se rozpadají téměř okamžitě, během zlomku sekundy.

Poločas přeměny T je pro konkrétní radionuklid stálou a charakteristickou veličinou, která nelze ovlivnit žádnou změnou vnějších podmínek (tlak, teplota, změna skupenství apod.). Přírodně radioaktivní jádra se postupně přeměňují na jiné radioizotopy. Tvoří tři tzv. přeměnové řady, na konci každé řady je neradioaktivní (stabilní) izotop olova.[1]

2.3.3 Základní veličiny a jednotky

Aktivita $A = [Bq]$ becquerel

Základní jednotkou používanou v jaderné fyzice a dozimetrii je becquerel. Znamená střední počet radioaktivních přeměn za jednotku času, tedy matematicky 1 částice / 1 s (5). Patří mezi odvozené jednotky soustavy SI. Odpovídající veličinou je aktivita. Aktivita se řídí zákonem radioaktivního rozpadu a charakterizuje zdroj ionizujícího záření (zářič). Rozpad jader se řídí náhodou, nikoliv deterministickou předpovědí, a i samotný rozpadový zákon platí jen pro střední hodnoty.

$$A = \Delta N / \Delta t \quad (5)$$

Aktivita se v čase mění a její použití má proto význam jen u zdrojů s dlouhým poločasem rozpadu (5). Dříve se pro aktivitu používala jiná jednotka – curie (Ci), pro kterou platí $1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq}$. [3]

Poločas přeměny $T = [s]$ sekunda

Poločas přeměny (obvykle označovaný $T_{1/2}$) je doba, za kterou se přemění polovina celkového počtu atomárních jader ve vzorku (6). Pro konkrétní izotop je konstantní. Má hodnotu od zlomku sekundy až po milióny let.

$$T_{1/2} = \ln 2 / \lambda \quad (6)$$

Často se používá i termín poločas rozpadu, ale ten je méně obecný, protože ne každá radioaktivní přeměna představuje rozpad. [3]

Dávka $D = [Gy]$ gray

Dávka je definována jako poměr střední energie $d\varepsilon$ sdělené v objemovém elementu dávky o hmotnosti dm a hmotnosti tohoto elementu (7). Základní jednotkou absorbované

dávky je gray [Gy] - odpovídá [J/kg]. Je to energie 1 joule absorbovaná v kilogramu látky. Dřívější jednotkou dávky byl 1 rad (tedy 1 rad = 0,01Gy). [3]

$$D = d\varepsilon / dm \quad (7)$$

Dávkový ekvivalent $H = [Sv]$ sievert

Dávkový ekvivalent (nebo též ekvivalentní dávka) je biofyzikální veličina, která popisuje biologický účinek ionizujícího záření. Je definován jakožto součin jakostního faktoru Q a střední absorbované dávky D (8). Dávkový ekvivalent je zaveden pouze pro oblast ochrany před ionizujícím zářením a jeho ohodnocení odpovídá především míře pozdních účinků stochastického charakteru.

Jednotkou dávkového ekvivalentu je sievert [Sv], v praxi se často užívají dílčí jednotky mSv a μS . Dříve používanou jednotkou byl rem (1 Sv = 100 rem). [3]

$$H = Q * D \quad (8)$$

Limity na ozáření

Dávka celotělového ozáření v sievertech je používána jako srovnávací hodnota například při nastavování legislativních omezení pro pracovníky se zářením a ostatní občany. Limity jsou určovány vyhláškami příslušných úřadů nebo schválením zákonů. V České republice je systém limitů popsán ve vyhlášce 307/2002 Sb.

Obecné limity jsou:

- 1 mSv za kalendářní rok pro součet všech efektivních dávek (výjimečně 5 mSv za 5 za sebou jdoucích kalendářních roků);
- 15 mSv za rok pro ekvivalentní dávku v oční čočce;
- 50 mSv za rok pro průměrnou ekvivalentní dávku v 1 cm² kůže.

Pro pracovníky se zářením platí jiné limity:

- 50 mSv za kalendářní rok pro součet všech efektivních dávek a 100 mSv za 5 za sebou jdoucích kalendářních roků;
- 150 mSv za rok pro ekvivalentní dávku v oční čočce;
- 500 mSv za rok pro průměrnou ekvivalentní dávku v 1 cm² kůže.

Podobné limity platí po celém světě. Existují také limity na aktivitu v potravinách, které jsou stanovovány a sledovány příslušnými státními úřady pro jadernou bezpečnost. Jejich důležitost je významná v době velkých jaderných havárií, především po Černobylu/Fukušimě se tyto hodnoty pečlivě sledovaly a dodržovaly. [5]

Kritická je především voda, mléko, ale i maso a rostlinné produkty. Sledují se nejnebezpečnější radionuklidy Cs-137 a Sr-90 (ale i Cs-134 a I-131), které jsou přítomny ve velkém množství při jaderných haváriích nebo při použití jaderných zbraní. Mají dlouhý poločas rozpadu a v lidském těle se deponují. Limity pro Českou republiku, které ukazuje Tabulka 1, jsou opět stanoveny ve vyhlášce 307/2002 Sb., např. pro mimořádné situace jsou limity objemové nebo hmotnostní – [Bq/kg] nebo [Bq/l]:

Tabulka 1: Normy ozáření u potravin [5]

Radionuklid	Mléko a mléčné výrobky	Pitná voda a tekuté potraviny	Ostatní potraviny
Sr-90	125 Bq/l	125 Bq/l	750 Bq/kg
I-131	500 Bq/l	500 Bq/l	2000 Bq/kg
Cs-134 a Cs-137	1000 Bq/l	100 Bq/l	1250 Bq/kg

2.3.4 Účinky ionizujícího záření

Biologické účinky ionizujícího záření mají původ v jeho působení na buněčné úrovni, což má pak za následek vliv na příslušné tkáně, orgány i celý organismus. Při interakci záření s buňkou se rozlišuje několik stádií: fyzikální, fyzikálně chemické, chemické.

Fyzikální stádium

Fyzikální stádium se odvíjí bezprostředně od okamžiku absorpce energie v buňce, kde došlo k excitaci a ionizaci atomů a molekul. Tento primární proces je extrémně krátký a trvá v rozsahu 10^{-16} až 10^{-14} s.

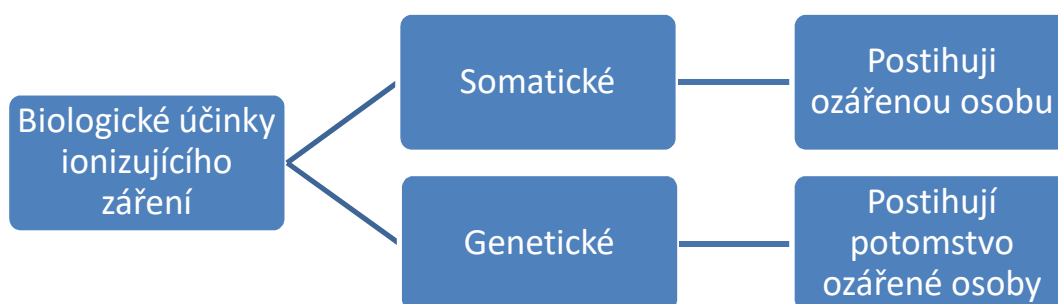
Fyzikálně chemické stádium

Fyzikálně chemické stádium zahrnuje proces disociace molekul a následnou tvorbu radikálů. Tyto děje mají za následek vznik kationtů H^+ , hydroxylových aniontů OH^- a dalších nestabilních produktů jako např. peroxid vodíku H_2O_2 , nebo atomární kyslík O_2 . Doba tohoto procesu je odhadována na 10^{-14} až 10^{-10} s.

Chemické stádium

V dalším stádiu ionty, radikály a excitované atomy reagují s molekulami buňky, čímž může dojít k narušení molekuly deoxyribonukleové kyseliny (DNA) formou jednoduchých nebo dvojných zlomů. Celý proces probíhá v intervalu, jehož trvání je od 10^{-3} až do 10 s. Je zřejmé, že konkrétní účinky záření budou záviset na hustotě ionizace resp. depozice energie podél dráhy nabitých částic.

V tomto ohledu budou těžké nabitě částice mnohem účinnější při vyvolání poškození než řídce ionizující částice. Z hlediska toho, zda se výsledné biologické účinky projeví na ozářené osobě nebo na jejím potomstvu, rozeznáváme účinky somatické a genetické Obrázek 2. [6]



Obrázek 2: Rozdělení biologických účinků na živý organismus [6]

V obou případech, tj. somatických, resp. genetických účincích, se může principiálně jednat o stochastické nebo deterministické účinky.

Stochastické účinky

Stochastické účinky jsou účinky podmíněné mutacemi buněk. Buď se jedná o mutace somatické, tj. mutace v tkáních mimo gonády, nebo o mutace gametické, tj. v zárodečných buňkách. Mutace jako takové se vyskytují i spontánně v populaci, ale bylo prokázáno, že působení ionizujícího záření zvyšuje výskyt těchto mutací. Nicméně klinické příznaky nádorů vzniklých spontánně nejsou odlišitelné od klinických příznaků nádorů vzniklých v důsledku ozáření. Jedná se o bezprahové účinky, ale s rostoucí dávkou stoupá pravděpodobnost vzniku poškození. Samotný projev poškození však není závislý na dávce.

Mezi účinky stochastické patří vznik zhoubných nádorů a genetických změn. Mechanismy, kterými vznikají nádorová onemocnění, nejsou přesně známy. Pro hodnocení je důležitá doba mezi ozářením a projevem poškození, neboli doba latence. Pro leukémie je průměrná doba latence 8 let, u některých typů jsou to 2 roky. U solidních nádorů je doba latence 15 – 25 let.

Děti a mládež jsou až 3-10 krát citlivější na ozáření ve srovnání s dospělými. Je to z toho důvodu, že u nich probíhá ve větší míře dělení buněk a současně je u nich delší doba života, který mají před sebou (tedy období, kdy se mohou projevit účinky ozáření). Např. sedmdesátiletý člověk pravděpodobně již nemá tak dlouhou dobu života před sebou pětileté dítě. [2]

Deterministické účinky

Tyto účinky jsou podmíněny buněčnými ztrátami v důležitých buněčných populacích. Tyto účinky se zákonitě projeví při překročení určitého dávkového prahu. Míra, jakou se tyto účinky projeví, je závislá na dávce, s rostoucí dávkou roste i míra projevu. Mezi nejznámější projevy deterministických poškození patří akutní nemoc z ozáření, akutní poškození kůže, sterilita a zákal oční čočky. Akutní nemoc z ozáření, akutní poškození kůže a sterilita patří mezi následky časně, zákal oční čočky patří mezi následky pozdní.

Akutní nemoc z ozáření vzniká po jednorázovém celotělovém ozáření vyšší dávkou. Tato nemoc byla popsána hlavně u obětí jaderného útoku na Japonsko v roce 1945, v běžné praxi je velmi výjimečná. Klinický obraz akutní nemoci z ozáření závisí na dávce. Podle velikosti dávky se nejprve projeví příznaky podmíněné poruchou krvetvorných orgánů, dále poruchou trávicího ústrojí a nakonec poruchou centrálního nervového systému.

Akutní poškození kůže je nejčastější typ poškození při nehodách s přenosnými zdroji ionizujícího záření. Pokud se zářič vyskytl v malé blízkosti těla po určitou dobu, pak může dojít k poškození kůže v tomto místě. Toto postižení se dělí na několik forem v závislosti na dávce, kterou kůže obdržela. Nejlehčí formou je zarudnutí, při vyšších dávkách se vytvoří zarudnutí postupně přecházející v zánětlivý stav a tvorbu puchýřů. Nejtěžší formou je vytvoření mrtvé tkáně a vředy. Prahovou hodnotou pro vznik nejlehčí formy poškození kůže je dávka cca 3 Gy, zarudnutí se projeví v období 1 – 3 týdny po ozáření.

Sterilita v důsledku ozáření zárodečného epitelu se liší pro muže a ženy. Muži jsou citlivější, přechodná sterilita u nich byla zjištěna pro dávky 0,5 – 2 Gy. V průběhu 1 – 3 let dojde k regeneraci. Trvalou sterilitu způsobují dávky 3 Gy a vyšší. U žen je trvalá sterilita způsobena dávkami v rozmezí cca 2,5 – 8 Gy.

Zákal oční čočky postihuje útvar, který nemá přímou výživu a vlastní buněčný substrát. Proto je doba od ozáření k vytvoření změn dlouhá (6 měsíců a více). Ke vzniku může dojít již po jednorázovém ozáření dávkou 1,5 Gy. [2]

2.3.5 Dezaktivace

Hlavním úkolem dezaktivace je odstranění radioaktivních látek z povrchu kontaminovaného objektu. V zásadě jde o fyzikální metodu dekontaminace. Díky působení dezaktivčních směsí, se snižuje radioaktivní kontaminace na přípustnou mez.

Veškerá technika i osoby, které prošly dekontaminačním procesem, musí projít následnou kontrolou účinnosti dekontaminace (dozimetrická kontrola). Až poté smí kontrolovaný subjekt opustit dekontaminační linku a může být vpuštěn do tzv. „čisté části“. Vypočet (7), který lze použít pro tuto kontrolu, je následující:

$$U = \frac{(Z_p - Z_u) \times 100}{Z_p} \quad (7)$$

Legenda:

Z_p – hodnota před dekontaminací

Z_u – hodnota po dekontaminaci

2.4 Radiační mimořádné události

Pro posuzování závažnosti mimořádných událostí se tyto události, ke kterým může dojít při provádění radiační činnosti na jaderném zařízení nebo pracovišti a při přepravě, člení do tří základních stupňů:

- **Prvním stupněm** je klasifikována mimořádná událost, která vede nebo může vést k nepřipustnému ozáření zaměstnanců a dalších osob, nebo nepřipustnému uvolnění radioaktivních látek do prostor jaderného zařízení nebo pracoviště, která má omezený, lokální charakter a k jejímu řešení jsou dostačující síly a prostředky obsluhy nebo pracovní směny a při přepravě nedojde k úniku radioaktivních látek do životního prostředí. [7]

- **Druhým stupněm** je klasifikována mimořádná událost, která vede nebo může vést k nepřipustnému závažnému ozáření zaměstnanců a dalších osob nebo k nepřipustnému uvolnění radioaktivních látek do životního prostředí, které nevyžaduje zavádění neodkladných opatření k ochraně obyvatelstva a životního prostředí, její řešení vyžaduje aktivaci zasahujících osob držitele povolení a k jejímu zvládnutí jsou dostačující síly a prostředky držitele povolení, případně síly a prostředky smluvně zajištěné držitelem povolení. [7]
- **Třetím stupněm** je klasifikována mimořádná událost, která vede nebo může vést k nepřipustnému závažnému uvolnění radioaktivních látek do životního prostředí, vyžadujícímu zavádění neodkladných opatření k ochraně obyvatelstva a životního prostředí, stanovená ve vnějším havarijním plánu a v havarijním plánu kraje. Událost třetího stupně je radiační havárií a její řešení vyžaduje kromě aktivace zasahujících osob držitele povolení a zasahujících osob podle vnějšího havarijního plánu, popřípadě havarijního plánu kraje zapojení dalších dotčených orgánů. [7]

2.4.1 Mezinárodní stupnice hodnocení závažnosti jaderných událostí

Porucha

- 0 **Událost pod stupnicí** - Situace, při kterých nejsou překročeny provozní limity a podmínky, a které jsou bezpečně zvládnuty vhodnými postupy. Tyto události představují běžné provozní situace, které se stávají ve všech průmyslových zařízeních a nepředstavují žádné riziko. Přesto je zvykem v jaderném průmyslu je pečlivě evidovat a řešit. [8]
- 1 **Odchylka** - Funkční nebo provozní odchylky od ústředně povolených limitů. Nepředstavují riziko, ale odhalují nedostatky bezpečnostních opatření. Mohou být způsobeny selháním zařízení, chybou obsluhy nebo nevhodným provozním postupem.[8]
- 2 **Porucha** - Technické poruchy nebo odchylky, které neovlivňují bezpečnost elektrárny přímo nebo bezprostředně, ale mohou vést k následnému přehodnocení bezpečnostních opatření. [8]
- 3 **Vážná porucha** - Únik radioaktivity mimo elektrárnu nad povolené limity. Následkem je individuální dávka pro nejzasaženější skupinu obyvatel v okolí elektrárny řádové desetiny milisievertů, tj. zlomky limitů povolených pro veřejnost

(roční dávka od přírodního radioaktivního záření se pohybuje u každého z nás okolo 2 až 3 milisievertů za rok). Vně elektrárny nejsou nutná žádná zvláštní opatření. Vysoké úrovně radioaktivity nebo zamoření uvnitř elektrárny z důvodů selhání zařízení nebo provozních poruch. Personál je nadměrně ozářen (jednotlivě dávky překračují limit 50 mSv). [8]

Havárie

- 4 Havárie s účinky na jaderném zařízení** - Malý únik radioaktivity mimo elektrárnu, jehož následkem je individuální dávka pro nejzasaženější skupinu obyvatel řádově milisievertů (tj. na hranicích limitů předepsaných pro veřejnost). Potřeba havarijních opatření mimo elektrárnu je nepravděpodobná, s výjimkou kontroly potravy. Aktivní zóna reaktoru je částečně poškozena tavením nebo mechanicky. Ozáření pracovníků elektrárny může vést k okamžitým zdravotním následkům (řádově sieverty). [8]
- 5 Havárie s účinky na okolí** - Unik radioaktivních štěpných produktů (100 až 1000 TBq biologicky významných radioizotopů) mimo elektrárnu. Částečné zavedení opatření podle místních havarijních plánů (např. evakuace nebo ukrytí), aby se omezila pravděpodobnost zdravotních následků. Velká část aktivní zóny je poškozena tavením nebo mechanicky. [8]
- 6 Závažná havárie** Únik radioaktivity (1000 až 10 000 TBq biologicky významných radioizotopů) mimo elektrárnu. K omezení zdravotních následků je nutné úplné použití místních havarijních plánů. [8]
- 7 Velká havárie** Únik velkého množství radioaktivních látek z aktivní zóny reaktoru mimo elektrárnu (řádově více než 10 000 TBq biologicky významných radioizotopů). Možnost okamžitých zdravotních následků. Pozdní zdravotní následky se mohou objevit na velkém území, přesahujícím plochu elektrárny a jejího okolí. Dlouhodobě následky pro životní prostředí. [8]

2.5 Jaderné energetické zařízení České republiky

Využití jaderné energie se stalo přirozenou součástí energetického mixu řady vyspělých států naší planety. Výjimkou není ani Česká republika (dále jen ČR). Bez ohledu na to jaký typ reaktoru bude zvolen lze předpokládat, že jaderné elektrárny budou mít zásadní vliv na rozvoj ekonomiky i v budoucnu. V celosvětovém kontextu zatím

neexistuje lepší energetický zdroj, který by současně pokryl rostoucí nároky na energii a přitom nepřispíval ke zhoršování životního prostředí. [9]

Na území ČR se nachází dvě jaderné elektrárny. V jihočeském kraji je Jaderná elektrárna Temelín (dále jen JE Temelín) a v Jihomoravském kraji Jaderná elektrárna Dukovany (dále jen JE Dukovany). Pro výzkumné účely jsou dva výzkumné reaktory LVR-15 a LR-0 v Centru výzkumu Řež s. r. o., v Řeži a školní reaktor VR-1 na Fakultě jaderně-fyzikálně-inženýrské Českého vysokého učení technického v Praze (dále jen FJFI ČVUT) [9].

2.5.1 Jaderná elektrárna Dukovany

Jaderná elektrárna Dukovany se nachází 30 km jihovýchodně od Třebíče, v trojúhelníku, který je vymezen obcemi Dukovany, Slavětice a Rouchovany. V JE Dukovany Obrázek 3 jsou provozovány 4 reaktory typu VVER 440/213 s celkovým nominálním elektrickým výkonem 2040 MW. Výstavba všech bloků JE Dukovany byla zahájena v roce 1979. První blok byl uveden do provozu v roce 1985, zbývající tři bloky v rozmezí let 1986-1987. V rámci projektu využívání projektových rezerv byly implementovány změny, umožňující zvýšení elektrického výkonu jednotlivých bloků ze 440 MW na zhruba 510 MW.



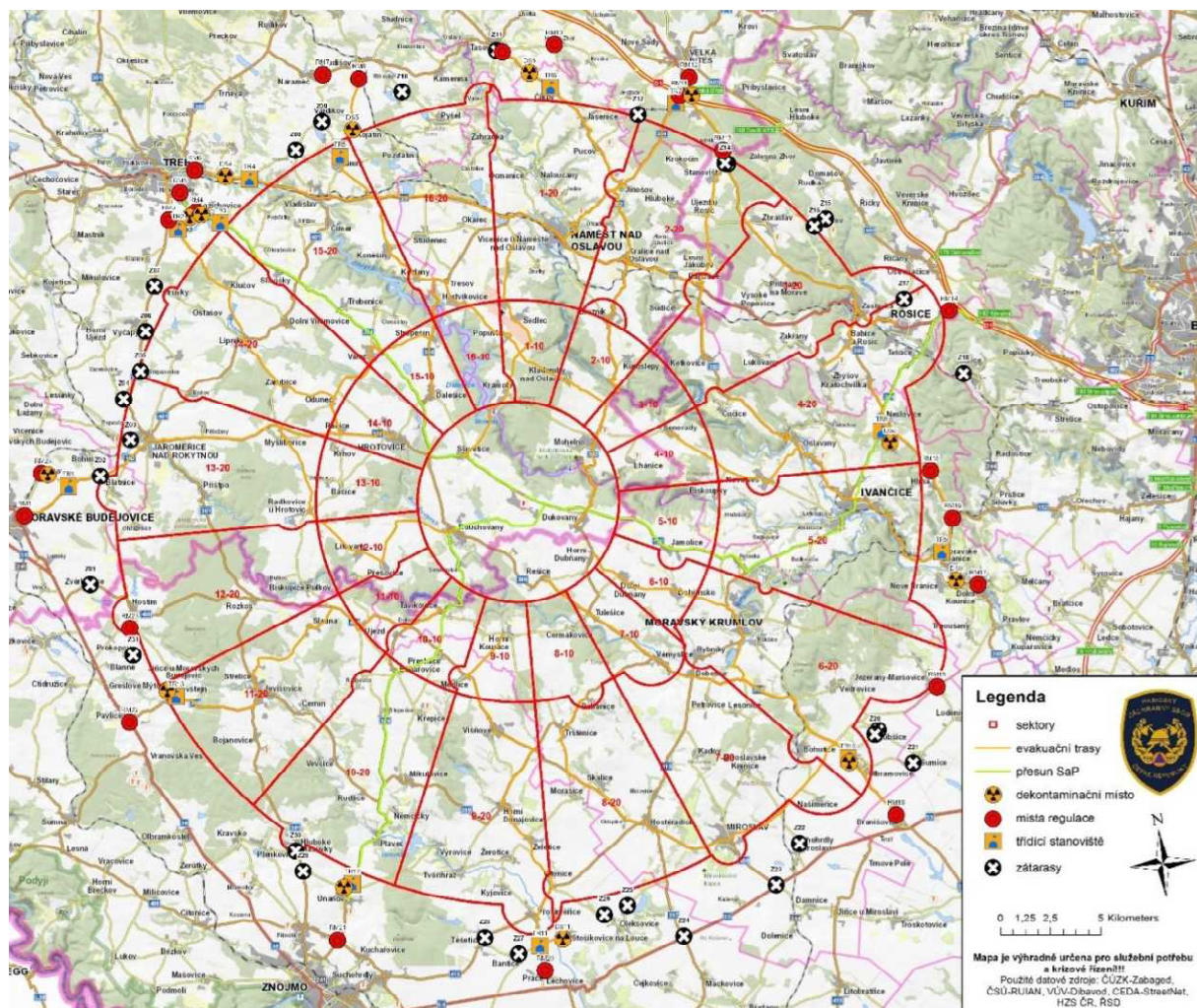
Obrázek 3: Jaderná elektrárna Dukovany [21]

V okruhu 20 km od jaderné elektrárny žije přibližně 100 000 obyvatel, převažují zde malá venkovská sídla, která jsou slabě osídlena. Výběr lokality byl proveden tak, aby byly minimalizovány možné interakce jaderného zařízení s okolím. V bezprostřední blízkosti se nenalézají velká průmyslová zařízení ani páteřní komunikace.

Hustota průmyslových objektů je v okolí Dukovan značně nižší než na ostatním území České republiky. Přestože je reaktor JE Dukovany zabezpečen na nejvyšší možné úrovni, elektrárna má navíc v areálu i svém okolí instalován systém radiační kontroly, který upozorní na sebemenší možný únik radioaktivity. Samozřejmostí jsou rovněž systémy upozornění veřejnosti v blízkém i vzdálenějším okolí a plány vypracované pro případ neočekávané události.

Vnější havarijní plán (dále jen VHP) pro zónu havarijního plánování JE Dukovany je základním dokumentem, který řeší opatření k ochraně obyvatelstva, životního prostředí a majetku v případě vzniku radiační havárie (tj. ve smyslu vyhlášky SÚJB č. 318/2002 Sb. mimořádné události 3. stupně) na JE Dukovany. ZHP JE Dukovany je oblast 20 km v okolí elektrárny, v níž se na základě výsledků rozborů možných následků radiační havárie uplatňují požadavky z hlediska havarijního plánování.

Z organizačního hlediska je okolí JE Dukovany je rozdělena do tří pásem v níž se ochranná opatření plánují a připravují. Ta představují kružnice (pásma) o poloměrech 5 km, 10 km a 20 km od JE Dukovany a na 16 kruhových výsečích Obrázek 4 po 22,5 stupně tak, aby osy těchto výsečí odpovídaly směřům větru počínaje 0 stupněm.



Obrázek 4: Mapa vnějších zón havarijního plánování [16]

3 Praktická část

Připravenost HZS ČR a AČR v případě nasazení při radiační havárii závisí na hodně faktorech. Systém velení a řízení, materiální a technické vybavení, účinnost dekontaminačních postupů a vycvičenost jednotek patří k základním faktorům, které určují míru připravenosti těchto složek.

3.1 Analýza materiálního a technického vybavení

Úroveň vybavenosti zasahujících jednotek určuje jak kvalitně a rychle jsou schopny daný úkol (dezaktivace) splnit.

3.1.1 Prostředky pro dekontaminaci osob

Souprava pro dekontaminaci osob (AČR)

Souprava dekontaminace osob (dále jen SDO) Obrázek 5 je určena pro práci v polních podmínkách k dekontaminaci a hygienické očištění osob. V součinnosti s automobilem chemickým rozstřikovacím (dále jen ACHR-90M) Obrázek 10 tvoří samostatnou plochu pro dekontaminaci osob (dále jen PDO). Dekontaminace na PDO zahrnuje dezaktivaci, anebo dezinfekci povrchu těla osob a rovněž i dekontaminaci osobních zbraní a prostředků individuální ochrany (dále jen PIO) s výjimkou ošacení osob.

SDO je tvořena souborem agregátů a materiálu přepravovanému v kontejneru ISO, který je vezen na automobilu T-815 6×6. Základem SDO jsou tři navzájem spojené nafukovací stany a jeden stanový průchod, který se instaluje mezi druhý a třetí stan. První stan slouží jako svlékací, druhý sprchovací Obrázek 6 a třetí oblékací. Pro zabezpečení dodávky vody, roztoků a odvod odpadních vod je vybudována vodní soustava, která je zásobována vodou z automobilu ACHR-90M. [26]



Obrázek 5: Souprava dekontaminace osob [vlastní zdroj]

ACHR-90M může v případě potřeby odvážet znečištěnou vodu. Vodní soustava je tvořena čerpadly, sprchami, hadicemi, zásobníky na kapaliny a sběrnými vanami. K zabezpečení činnosti při různých klimatických podmínkách je SDO vybavena vyhřívací soustavou, která zabezpečuje dodávku tepla za snížených teplot nebo ventilaci vzduchu. Je tvořena teplovzdušným agregátem, přívodní hadicí a rozvodem vzduchu do všech tří stanů. Pro zabezpečení chodu je pracoviště vybaveno elektrickou soustavou.



Obrázek 6: Souprava dekontaminace osob – sprchová část [vlastní zdroj]

Soustava je určena k pohonu ponorných čerpadel, teplovzdušného agregátu, soupravy osvětlení stanů a kompresoru pro rozvinování pracoviště. SDO dále obsahuje stojany na zbraně, nosítka a vaky na PIO se stojany, brašny na výstroj, zásobník na pitnou vodu, stůl a vědra pro dekontaminaci ochranné masky, vytyčovací soupravu a pomocný materiál. SDO lze upravit na dekontaminaci raněných doplněním kolečkového pojezdového dopravníku. Parametry SDO jsou patrné z Tabulka 2. Tato souprava je vezena na vozidle Tatra - 815 VT [26]

Tabulka 2: Takticko-technická parametry SDO [26]

Teplota oplachové vody ve sprchách při hygienické očištění	38 °C
Teplota oplachové vody ve sprchách dekontaminaci	30 - 32 °C
Doba rozvinutí	45 minut
Kapacita pracoviště při hygienické očištění	150 osob/h
Kapacita pracoviště při dekontaminaci	120 osob/h
Nepřetržitý provoz	10 hodin
Počet současně sprchujících se osob	12 osob
Osádka	6 osob

Stanoviště dekontaminace osob – SDO-1 (HZS)

Soustava tří liniových stanů (svlékárna, sprcha, oblékárna; pracoviště obsluhy a technologické zabezpečení), označována jako stanoviště dekontaminace osob typu 1.

Stanoviště dekontaminace osob SDO-1 (dále jen SDO-1), je určeno k dekontaminačním postupům při zasažení osob biologickými a radioaktivními látkami a byla uvedena do provozu v roce 2002. Celá SDO-1 je členěna na část pro muže a část pro ženy. Možnost využití je jak v městském prostředí, tak v terénních podmínkách. Konstrukce o rozměrech 6 x 6 x 3,3m o celkové délce 18 metrů je následně velmi lehce dekontaminovatelná z důvodů vhodně zvolených materiálů Obrázek 7. SDO-1 je určena k mokrému typu dekontaminace, vybavení tvoří vodní soustava s průtokovými ohřívači pro oplach osob teplou vodou, čerpací soustava pro čerpání kontaminované vody do rámcových nádrží, agregáty pro rozvod teplého vzduchu, elektrocentrály a zdroj tlaku k hnaní vody.



Obrázek 7: Stanoviště dekontaminace osob – SDO-1 [18]

Tuto soustavu obsluhuje 6 osob za podpory jedné CAS, nebo pokud je možné využít připojení na hydrantovou soustavu, je samostatně fungující. Do provozu je HZS ČR schopen tuto sestavu uvést do 60 minut a propustnost soupravy je maximálně 40 osob za

hodinu dle stupně kontaminace, anebo 12 zraněných osob maximálně s ohledem na povahu a závažnost zranění. [18]

Stanoviště dekontaminace osob – SDO-2 (HZS)

SDO-1 byla zkoušena v podmínkách ČR a bylo zjištěno, že převážně z důvodů komplikované stavby, velkého počtu dílů a dlouhého času uvedení do pohotovostního režimu je SDO I. typu pro podmínky zásahu HZS ČR nevhodná. Proto byl započat vývoj nového zařízení na míru šitého na podmínky zásahů v ČR. Nejzákladnějším požadavkem byla rychlost sestavení dekontaminační linky a uvedení do provozuschopného stavu i v malém počtu obsluhujícího personálu a přitom mít všechny modely v transportním a pohotovostním stavu. Proto bylo vyvinuto stanoviště dekontaminace osob SDO- (dále jen SDO-2

SDO-2 je tvořeno dvounápravovým přívěsem s výklopnými bočními vraty, pod kterými jsou uloženy stanové dílce, které se po otevření vrat rozloží a vytvoří tak pracovní prostory pro dekontaminaci Obrázek 8. Zkrácení doby uvedení SDO-2 do pohotovostního stavu je dosaženo tím, že veškerá technologie pro činnost dekontaminace je trvale uložena a nevyžaduje další manipulaci.

Přívěs obsahuje všechny moduly dekontaminace: svlékárnu, mokrý proces se sprchami, oblékárnu, dekontaminaci obsluhy a technologickou část. Součástí SDO-2 je rovněž jímka na odpadní vodu po dekontaminaci. V pohotovostním režimu jsou pouze sběrné nádrže na odpadní vodu umístěné mimo prostor přívěsu.

Postavení do pohotovostního režimu a obsluha zařízení vyžaduje osádku v počtu maximálně 1 + 5 osob. Původně byla souprava SDO-2 tvořena dvěma přívěsy, z nichž jeden byl určen pro dekontaminaci žen a dětí a druhý pro dekontaminaci mužů; každý přívěs lze ovšem použít také pro dekontaminaci smíšenou. [18]



Obrázek 8: Stanoviště dekontaminace osob – SDO-2 [18]

Stanoviště dekontaminace osob typu SDO-3 (HZS)

Toto stanoviště pro dekontaminaci osob SDO-3 (dále jen SDO-3) jsou vyrobena v provedení:

1. Dvounápravových přívěsů označovaných jako *SDO-3R* (4 přívěsy);
2. Kontejnerů označovaných jako *SDO-3KR* (4 kontejnery).

Rozdíly mezi SDO-3R a SDO-3KR a SDO-2 jsou minimální. Zásadní rozdíl je ve vstupu a výstupu z a do dekontaminační linky, kdy SDO-3 je koncipovaná přímo na podélnou osu ale u SDO-2 je vstup a výstup řešen esovitě. SDO-3 Obrázek 9 na rozdíl od SDO-2 může paralelně v jednom kontejneru nebo v přívěsu dle zástavby provádět dekontaminaci mužů, dětí a žen s oddělením. SDO-2 muselo být sestaveno z dvou kontejnerů.

Další zásadní inovací je dekontaminace zraněné osoby, která je imobilní a umístěná na nosítkách. V SDO-2 byla dekontaminace ležících osob velice obtížná. V SDO-3 jsou umístěny ližinový systém, tudíž manipulace s nosítky je mnohem jednodušší a méně fyzicky náročná. Mezi další inovace SDO-3 je rozdílný ohřev vody, možnost ovlivnit dobu nánosu a dobu působení směsi určené k dekontaminaci. [18]



Obrázek 9: Stanoviště dekontaminace osob – SDO-3 [18]

Tabulka 3 poukazuje na vyčleňované prostředky pro dekontaminaci osob.

Tabulka 3 Vyčleňované prostředky pro dekontaminaci osob [16]

složka	Dislokace	Typ zařízení	složka	Dislokace	Typ zařízení
HZS ČR	Praha	SDO-2 (2x)	AČR	Olomouc	SDO (2x)
	Třebíč, Jihlava	SDO-2 (2x)		Liberec	SDO (2x)
	Tišnov	SDO-2 (1x)		Jindřichův Hradec	SDO (1x)
	H. Králové, Náchod	SDO-2 (1x)		Bučovice	SDO (1x)
	Hlučín	SDO-2 (1x)			

AČR využívá pro hromadnou dekontaminaci osob prostředek SDO. Při své činnosti je tato souprava napojena na ACHR-90M (zajišťuje teplou vodu, namíchanou směs). SDO má stanovenou maximální kapacitu 150 osob při hygienické očištění za předpokladu, že se v jeden okamžik sprchuje 12 osob.

HZS ČR vyčleňuje prostředek SDO-2 (SDO-3), který má hodinovou spotřebu vody cca 2 000 litrů. Maximální kapacita zařízení činí 40 osob za hodinu, nebo 12 zraněných za hodinu.

Obě složky jsou schopny provádět činnost spojenou s dekontaminací osob kontinuálně nejméně po dobu 10 hodin (doplnění provozních kapalin).

3.1.2 Prostředky pro dekontaminaci techniky

Automobil chemický rozstříkovací ACHR-90M (AČR)

ACHR-90M Obrázek 10 je určen pro práci v polních podmínkách k přípravě a přepravě odmořovacích, dezaktivacních a dezinfekčních směsí a vody a k jejich aplikaci při dekontaminaci vojenské techniky, terénu, komunikací, staveb a osob.



Obrázek 10: Automobil chemický rozstříkovací ACHR-90M [vlastní zdroj]

Automobil může plnit následující funkce:

- aplikace vody, směsí a vodní páry pro dekontaminaci a mytí techniky;
- nástřik a nanášení vody, směsí a vodní páry na čištěné povrchy ručními proudnicemi s postříkovými, vysokotlakými a pěnotvornými tryskami a proudnicemi s průtočnými kartáči;

- nástřik směsí na terén a komunikace před automobil za jízdy a mytí (oplach) terénu a komunikací proudem vody, je zabezpečeno ovládání nástřiku směsí na terén z kabiny řidiče;
- hašení malých požárů;
- vzájemné propojení chemických automobilů řady ACHR, jakož i spolupráci a propojení s další technikou chemických jednotek;
- sprchování vlastní obsluhy vodou a směsmi.[26]

Může pracovat samostatně (rozvinutí pracovišť „na kartáče“), nebo ve spojení s postřikovým rámem POR-82 (dále jen POR-82). Zabezpečuje čerpání vody a směsi čerpadlem META. Vyrábí tlakovou teplou, páru a elektrickou energii 12V, 220V/2000W agregátem SANIJET C921. [26]

Umožňuje čerpání vysoce agresivních látek ze sudů, ale i z prostorů ekologických havárií čerpadlem FLUX a čerpání z vodní hladiny pomocí dvojice čerpadel VYDRA. Základní takticko-technická data jsou uvedena v Tabulka 4

Tabulka 4: Takticko-technické parametry vozidla ACR-90M [26]

Typ vozidla	TATRA 815 VP 33
Pohotovostní hmotnost	17 200 kg
Obsah nádrží	3 × 2,1 m ³
Počet dekontaminačních proudnic s kartáči	12
Maximální vzdálenost čerpání vody	240 m
Obsluha	2 osoby

LINKA 82 (AČR)

Je určena k provádění dekontaminace automobilové a bojové techniky. Pomocí tohoto zařízení lze provádět detoxikaci, deaktivaci a dezinfekci rozměrné bojové techniky i běžných dopravních prostředků průjezdným způsobem. Zařízení je možno využít také k hašení požárů.

Souprava LINKA 82 je tvořena dvojicí mycího zařízení MZ-82 (dále jen MZ-82) a POR-82. První rám (MZ-82) je určen na oplach hrubých nečistot na technice. Druhý rám (POR-82) je určen k nánosu dekontaminační směsi a třetí rám (MZ-82) zabezpečuje smytí

dekontaminační směsi z povrchu techniky. MZ-82 Obrázek 11 je přívěs tažený za vozidlem ACHR-90M a je plně soběstačný (mimo zdroje vody). [26]



Obrázek 11: Mycí zařízení MZ-82 [vlastní zdroj]

POR-82 Obrázek 12 je vezený na ložné ploše dalšího vozidla T-815. Ke své činnosti potřebuje vozidlo ACHR-90M pro přípravu dekontaminační směsi.



Obrázek 12: Postřikový rám POR-82 [vlastní zdroj]

Stanoviště dekontaminace techniky – SDT (HZS)

Aktuálně užívané stanoviště dekontaminace techniky označované pod kódovým názvem SDT 09 je prvkem HZS ČR k dekontaminaci techniky v rámci zasažení chemickými, biologickými a radioaktivními látkami.

Souprava SDT Obrázek 13 pracuje plně samostatně. Je závislá pouze na zdroji vody. Může být napojena na hydrant popřípadě doplňována vodu pomocí CAS.



Obrázek 13: Stanoviště dekontaminace techniky – SDT [18]

Voda je do celého systému hnaná požárním čerpadlem o minimálním výkonu 1500 litrů/minutu Tabulka 5. SDT je tvořena kontejnerovým systémem a souprava se skládá ze dvou rámců. První rám je určen k nánosu dekontaminační směsi a druhý na oplach této směsi. Celé toto stanoviště je ovládáno z ovládacího panelu. [18]

Tabulka 5 Takticko-technická data SDT [18]

Obsluha	6 osob
Minimální výkon čerpadla	1500 l/min.
Maximální délka	40 metrů
Uvedení do pohotovosti	60 minut
Průjezdni profily	2*2m až do 3,8 x 4m na výšku

Tabulka 6 poukazuje na vyčleňované prostředky pro dekontaminaci techniky.

Tabulka 6 Vyčleněné prostředky pro dekontaminaci techniky [16]

složka	Dislokace	Typ zařízení	složka	Dislokace	Typ zařízení
HZS ČR	Praha	SDT (1x)	AČR	Olomouc	LINKA-82 (2x)
	Tišnov	SDT (1x)		Liberec	LINKA-82 (2x)
	Hlučín	MZ-82 (1x) POR-82 (3x)		Jindřichův Hradec	LINKA-82 (1x)
				Bučovice	LINKA-82 (1x)

HZS i AČR jsou vybaveny technikou, která je schopna účinně dezaktivovat kontaminovanou techniku. Tento proces je však náročný na spotřebu vody. U šesti plánovaných dekontaminačních míst je voda ve větší vzdálenosti Tabulka 8 a tím nastávají komplikace s dodávkou.

Ve VHP je zmíněno, že dopravu vody zajistí jednotky HZS ČR cestou CAS. Při použití mycího zařízení MZ-82 tato zásobitelnost nebude dostačující. MZ-82 má při maximálním výkonu spotřebu vody 1500 l/min. a k dispozici má osádka pouze dva zásobovací vaky na vodu (celkem 4000 litrů).

3.1.3 Prostředky monitorování, průzkumu a dozimetrické kontrole

LAND ROVER 130 RCH (AČR)

Jednotky určená pro monitorování a průzkum kontaminovaného prostoru jsou vybavena vozidlem LAND ROVER 130 RCH Obrázek 14. Vozidlo je určeno pro provádění radiačního, chemického a povšechného (nespecifického) biologického průzkumu a pozorování v manuálním režimu a také činnost v automatickém systému sběru, vyhodnocování a předávání informací. Je bojovým prostředkem osádky družstva radiačního a chemického průzkumu.



Obrázek 14: Land Rover 130 RCH [vlastní zdroj]

Vozidlo je určeno pro provoz v mírném klimatickém pásmu, umožňuje vedení radiačního a chemického průzkumu rychlostí do 40 km/h. Vybavení vozidla zabezpečuje činnost družstva bez radioaktivní, chemické a biologické kontaminace (přetlaková filtroventilace) při pozorování na místě 24 hodin a při pohybu vozidla po dobu 12 hodin
Obrázek 15. [26]

LR-CH je možné využít k následujícím činnostem:

- Radiační, chemické a meteorologické pozorování na stanovišti bez možnosti opuštění vozidla;
- Mobilní radiační a chemický průzkum s případným vytýčením kontaminovaných prostor bez nutnosti opuštění vozidla;
- Dozimetrickou a chemickou kontrolu kontaminace povrchu terénu, techniky a budov po předchozím opuštění vozidla

- Odběr a krátkodobou konzervaci vybraných druhů radioaktivních, chemických a biologických vzorků po předchozím opuštění vozidla;
- Stanovení stálosti přízemní vrstvy atmosféry po předchozím opuštění vozidla;
- Stanovení parametrů jaderného výbuchu
- Varování blízkého okolí před nebezpečím bez nutnosti opuštění vozidla (zabudovaný megafon)
- Automatické třídění, archivaci a přenos zpráv o zjištěné radiační, chemické a meteorologické situaci.



Obrázek 15: Land Rover 130 RCH - vnitřní vybavení [vlastní zdroj]

Vozidlo je vybaveno těmito hlavními přístroji:

- Dozimetrický přístroj DP-98;
- Dozimetrický přístroj MICROCONT H 13420 (pro dozimetrickou kontrolu);
- Osobní dozimetry RAD-50S;
- Diagnostické dozimetry;
- Rychlý detektor otravných látek RAID-1;
- Automatický signalizátor otravných látek GSA-12;

- Chemický průkazník CHP-71;
- Souprava pro detekci průmyslových škodlivin;
- Souprava pro odběr vzorků SOV-99;
- Souprava pro transport vzorků STV-99;
- Vytyčovací souprava RVS;
- Automatický meteorologický senzor IRDAM 5056;
- Palubní meteorologická stanice METEO-LR;
- Přenosná meteorologická stanice VSA;
- Souprava družicové navigace GPR-22;
- Přístroje pro noční vidění;
- Odmořovací souprava OS-3. [25]

Vrtulník Mi-17(AČR)

Pro letecké monitorování radiační situace slouží vrtulník Mi-17 Obrázek 16 který je určen k přepravě osob. Je vybaven navigačním a informačním systémem a moderními spojovacími prostředky. Úkolem osádky Mi-17 je podrobně mapovat zasažená území a vytýčit hranice kontaminace pomocí gamaspektrometru IRIS.



Obrázek 16 Vrtulník Mi-17 [24]

Dozimetrická kontrola

Jednotky jsou vybaveny prostředky radiačního a chemického průzkumu Tabulka 7. Jsou ukazatelem úspěšnosti dekontaminačního procesu díky vstupní a výstupní dozimetrické kontrole (dále jen DK).

Tabulka 7 Vyčleňované síly pro DK [16]

složka	Dislokace	Skupina DK	složka	Dislokace	Typ zařízení
HZS ČR	Praha	1x	AČR	Olomouc	2 x
	Třebíč, Jihlava	1x		Liberec	2 x
	Tišnov	1x		Jindřichův Hradec	1 x
	H. Králové, Náchod	1x		Bučovice	1 x
	Hlučín	1x			
	Olomouc	1x			
	Ostrava	1x			

3.2 Analýza dekontaminačních postupů

K tomu, aby byla dosažena úspěšnost dekontaminačního procesu, je třeba dodržet technologické postupy a zabezpečit nároky, které jednotky plnící tyto úkoly potřebují.

3.2.1 Dekontaminační směs

HZS ČR používá dezaktivací směsi obsahující 0,5 % smáčivé látky, nebo saponátu. Přípravují se rozpuštěním 0,5 kg látky v cca 9,5 l vody a nalitím vzniklé kaše nebo roztoku do 90 l vody. Použitelnost této směsi je -10 až +40 °C a doba působení této směsi činí 3 minuty. [20]

Směsi používané AČR jsou vyjmenovány v českém obranném standardu ČOS 681001. Pro dezaktivaci techniky je zavedena jedna dezaktivací směs. Její složení je 0,5 % detergent Alfa do 100 % vody. Použitelnost této směsi je -10 až +40 °C a doba působení této směsi činí minimálně 15 minut. [17]

Vzhledem k tomu že směs pro dezaktivaci má u obou složek IZS stejné složení, účinná dezaktivace bude probíhat za stejnou dobu působení směsi. V našem případě jde

pouze o to, kontaminant dostat z povrchu techniky. Směs na bázi tenzidů napomáhá k lepší smáčivosti povrchu, navázání kontaminantu na aktivní pěnu a lepší smytí z povrchu techniky.

3.2.2 Dekontaminace osob

HZS ČR a AČR prováděj hromadnou dekontaminaci obdobným způsobem. Rozdíly jsou pouze v kapacitě jednotlivých zařízení.

3.2.3 Dekontaminace techniky

AČR je schopno jedním prostředkem LINKA-82 dekontaminovat až 50 vozidel za hodinu. Je však závislá na dodávce vody z vnějšího zdroje, nebo dopravě díky CAS.

HZS ČR používá SDT, které je díky své hmotnosti (více než dvakrát těžší než LINKA-82) použitelná pouze na zpevněném povrchu a ke své činnosti potřebuje CAS nebo přístup k hydrantu.

Jednotky HZS provádějící dezaktivaci používají pouze dvouetapovou dezaktivaci (nános směsi a oplach techniky). V případě letních období se dá očekávat příjezd rozehřáté techniky a následný nános směsi by nebyl tolik účinný z důvodu rychlého zasychání směsi.

3.2.4 Dekontaminační prostory

Všech 13 dekontaminačních míst se nachází mimo největší kružnici, tedy dál než 20 kilometrů od JE Dukovany. Každé dekontaminační místo Tabulka 8 má svá specifika a omezení. [15]

Tabulka 8: Srovnání možností dekontaminačních míst [15]

Obec	Popis místa	Voda v blízkosti DM	Odstavná plocha (zpevněná)	Zřizovatel DM
Lukov	Uprostřed obce Lukov, 3 km sjezd z hlavní silnice Jaroměřice - Moravské Budějovice	Ano	Ne	AČR
Střítež	Křižovatka na začátku obce Střítež ve směru od Klučova, silnice na obec Kožichovice	Ne	Ne	AČR
Kožichovice	2,5 km jv. Třebíč, křižovatka u obce Kožichovice, ve směru od Hrotovic do Třebíče, vodní nádrž Markovka	Ano	Ne	HZS
Vladislav	2 km východně od Třebíče, silnice Třebíč – Vladislav odbočka na Hostákov,	Ano	Ano	HZS
Kojatín	V obci na silnici Kojatín - Budišov	Ne	Ne	HZS
Číkov	Komunikace Číkov – Tasov, 0,5 km od obce Číkov u uměle vytvořené vodní plochy	Ano	Ne	HZS
Košíkov	1 km jv. Velká Bíteš, sjezd dálnice D1, 0,5 km jižně od objektu MERO ČR a.s.	Ne	Ne	AČR
Neslovice	0,5 km jihovýchodně obce Neslovice, na křižovatce vlevo , dále východně v přilehlých objektech	Ano	Ano	HZS
Moravské Bránice	Komunikace mezi obcemi Moravské Bránice a Dolní Kounice u kamenolomu	Ne	Ano	AČR
Olbramovice	Severozápadní okraj obce Olbramovice a přilehlá místní komunikace do objektu AGRA a.s	Ne	Ano	AČR
Stošíkovice	Západně obce Stošíkovice na Louce přes řeku Jevišovku a v obci	Ano	Ne	AČR
Únanov	Severní okraj obce ÚNANOV, křižovatka a prostor parkoviště místního koupaliště	Ano	Ne	HZS
Boskovštejn	Komunikace v obci BOSKOVŠTEJN, parkovací prostor před obecním úřadem	Ne	Ano	AČR

Voda použitá pro dekontaminaci se stává kontaminovanou. Dle Řádu chemické služby HZS ČR [20] se musí takto znečištěná voda radioaktivními látkami jímat do sběrných nádrží a o dalším nakládání rozhoduje SÚJB.

3.2.5 Označení kontaminovaných osob

Odlišnost mezi jednotkami HZS a AČR je ve značení kontaminovaných osob a materiálu. AČR používá systém čárových kódů a čteček a HZS zapisuje tyto údaje ručně.

3.3 Cvičení ZÓNA

Hierarchie a definovaná odpovědnost je základním aspektem úspěchu každé činnosti, kde spolupracuje více osob či subjektů. K hodnocení připravenosti složek IZS slouží různá cvičení. K největším cvičením na území ČR, které se zabývá radiační havárií, patří cvičení ZÓNA. Probíhá vždy po dvou letech se střídavou dislokací v okolí JE Temelín a JE Dukovany.

V roce 2017 (15. května - 17. května 2017) proběhlo cvičení v oblasti JE Dukovany a bylo zaměřeno na Činnost ústředních správních úřadů, orgánů kraje a dalších subjektů při řešení události vzniklé v souvislosti se simulovanou havárií na JE Dukovany. [27]

Byly procvičeny činnosti, které jsou nezbytné pro krizové řízení při mimořádných událostech tohoto charakteru na všech úrovních. Došlo i k praktickým procvičením některých činností například radiační průzkum pozemních jednotek.

3.4 Výsledek analýz

Složky HZS a AČR jsou vybaveny prostředky, které jsou schopny zabezpečit úkoly dezaktivace. Množství vyčleňované techniky odpovídá rozsahu dezaktivace v ZHP. Dekontaminace osob probíhá u obou složek formou sprchování a hygienické očištění. Postupy jsou prakticky totožné pouze označení materiálu příchozích je rozdílné. Dekontaminace techniky využívá systém mycích a postřikových rámců. HZS využívá dvouetapové řešení, kdy první rám je postřikový (nános směsi). AČR využívá tříetapovou dezaktivaci. Oba postupy splňují podmínky účinné dezaktivace.

Nepřítomnost vodního zdroje u některých DM je pro řešení dezaktivace techniky komplikující. Doprava vody jinými prostředky může proces značně prodloužit (časově). Při odstraňování radioaktivních látek z povrchu techniky mokřím způsobem dochází

k velkém nahromadění odpadní vody, která je kontaminovaná. Tato voda by podle SÚJB měla být hromaděna v plastových nádobách.

Složení dezaktivací směsi jsou prakticky totožné u obou složek. Avšak použití je již rozdílné. U HZS je doba působení směsi 3 minuty, ale u AČR je tato doba definována intervalem 15 - 30 minut. Na účinnost směsi by to mělo vliv, pokud by daná směs zaschla na povrchu techniky.

Složky jsou vybaveny kvalitním vybavením, které je schopno zabezpečit úkoly spojené s radiační havárií. Jsou vytvořeny postupy pro činnost jednotek na DM. Organizování cvičení na radiační problematiku je jednou z forem prověřování připravenosti složek IZS. Tato cvičení vždy odhalí nedostatky, a proto je do budoucna nezbytné tyto cvičení provádět nadále, ale s větší účastí jednotek řešících dekontaminaci.

Závěr

Diplomová práce je zaměřena na zhodnocení připraveností složek IZS (pouze HZS a AČR) zasahujících v případě radiační havárie jaderného energetického zařízení Dukovany.

Pomocí analýzy a zhodnocení jednotlivých faktorů ovlivňujících úroveň připravenosti těchto složek bylo dosaženo těchto závěrů:

Systém řízení krizových orgánů je pravidelně prověřován v rámci mezirezortního cvičení ZÓNA. Při posledním cvičení v roce 2017 byla prověřena činnost orgánů krizového řízení při mimořádné radiační události. Probíhalo na krajské a ústřední úrovni formou štábního cvičení. Při vyhodnocení bylo konstatováno, že hlavní úkoly cvičení byly splněny.[27] Z toho lze usuzovat, že aktuální systém řízení je funkční.

Neproběhlo však prověření (v rámci cvičení ZÓNA) dlouhodobější zátěže dekontaminačních odřadů. Kontinuální činnost (např. 2 hodiny) dekontaminačního místa s možností smyčky (z důvodu rotace techniky) by ukázala nedokonalosti a otevřela nové otázky k řešení.

Materiálně-technické vybavení HZS a AČR se v zásadě neliší. Vyčleňovaná technika je schopna provádět dekontaminaci větších rozměrů. Rozdíly jsou patrné pouze v kapacitě, kterou jednotlivé složky deklarují. Při srovnání dezaktivacních postupů je rozdíl v působení směsi použité na kontaminované technice. Rozdíl v době působení směsi na povrchu techniky je minimálně 12 minut, což ovlivní požadavky na odstavnou plochu a následné čekací doby (propustnost DM). Aktualizace technologických postupů u AČR by tento problém vyřešila. Směsi dle složení jsou prakticky totožné, avšak postupy HZS a AČR rozdílné.

Při dezaktivaci techniky používají jednotky jiný postup. Dvouetapový způsob (HZS) je rychlejší, ale v letních obdobích (zasychání směsi) může být méně účinný. Vytvoření tříetapové (AČR) dezaktivace (oplach, nános, oplach) by se zajistilo dostatečné zchlazení techniky, avšak citelně by se zvýšilo množství kontaminované vody z důvodu prvotního smytí kontaminantu. Je však pravděpodobné zvýšení účinnosti dezaktivacího procesu.

Spotřeba vody těchto pracovišť je vysoká. Zajistit kontinuální přísun vody je na některých místech nereálné. Je nezbytné, aby zařízení byla u dostatečně silného zdroje. Jisté řešení je dopravovat vodu dálkovým vedením hadic, ale pouze za předpokladu, že není zdroj vody příliš daleko. Proto u těchto dekontaminačních míst by se mělo přehodnotit

umístění a zvolit takové prostory, kde je zdroj vody přítomen v blízkém okolí (do 100 metrů).

Dle Řádu chemické služby HZS ČR [20] se musí kontaminovaná voda radioaktivními látkami jímat do sběrných nádrží a o dalším nakládání rozhoduje SÚJB. Zasahující jednotky jsou vybaveny záchytnými vanami a přečerpání této kontaminované vody není problém. Avšak jsou ty to nádoby uskladněny v dostatečném množství?

Cílem diplomové práce je zhodnotit připravenost složek IZS při odstraňování následků radiační havárie JE Dukovany. Výsledkem analýzy je závěr, že složky jsou připraveny pro nasazení a úspěšné zvládnutí radiační havárie JE Dukovany.

Literatura

- [1] Cez.cz [online]. 2018 [cit. 2018-01-13]. Dostupné z:
<https://www.cez.cz/edee/content/microsites/nuklearni/k22.htm>
- [2] Klener, V. a kolektiv autorů. *Principy a praxe radiační ochrany*. Státní úřad pro jadernou bezpečnost, Praha, 2000, ISBN 80-238-3703-6
- [3] Atom Info [online] 2018. [cit. 2018-02-11]. Dostupné z:
<http://atominfo.cz/2012/05/sievert-becquerel-rentgen-jak-merime-radioaktivitu/>
- [4] www.wikipedia.org [online] 2018. [cit. 2018-02-12]. Dostupné z:
https://cs.wikipedia.org/wiki/Polo%C4%8Das_p%C5%99em%C4%9Bny
- [5] www.wikiskripta.eu [online] 2018. [cit. 2018-03-1]. Dostupné z:
https://www.wikiskripta.eu/w/Jednotky_radia%C4%8Dn%C3%AD_dozimetrie
- [6] www.fbmi.sirdik.org [online] 2018. [cit. 2018-03-7]. Dostupné z:
<http://fbmi.sirdik.org/7-kapitola/75.html>
- [7] Správa uložišť radioaktivních odpadů [online] 2018. [cit. 2018-03-10]. Dostupné z:
https://www.surao.cz/data/original/files/legislativa/318_2002_sb.pdf
- [8] ČEZ [online] 2018. [cit. 2018-03-2]. Dostupné z:
<https://www.cez.cz/edee/content/file/vzdelavani/stupnice.pdf>
- [9] Státní úřad pro jadernou bezpečnost [online] 2018. [cit. 2018-04-6]. Dostupné z:
<https://www.sujb.cz/jaderna-bezpecnost/jaderna-zarizeni/jaderna-zarizeni-v-cr/>
- [10] Odborný portál pro BOZP [online] 2018. [cit. 2018-03-22]. Dostupné z:
<http://www.bozpinfo.cz/dekontaminace>
- [11] www.wikipedia.org [online] 2018. [cit. 2018-02-1]. Dostupné z:
https://cs.wikipedia.org/wiki/Integrovan%C3%BD_z%C3%A1chrann%C3%BD_syst%C3%A9m
- [12] Hasičský záchranný sbor České republiky [online] 2017. [cit. 2017-12-10].
Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/integrovaný-zachranný-system.aspx>
- [13] Ochrana člověka za mimořádných podmínek [online] 2018. [cit. 2018-02-11].
Dostupné z: <http://www.komenskeho66.cz/materialy/ocmu/teorie15.html>
- [14] Policie České republiky [online] 2018. [cit. 2018-02-11]. Dostupné z:
<http://www.policie.cz/clanek/o-nas-policie-ceske-republiky-policie-ceske-republiky.aspx>

- [15] Hasičský záchranný sbor České republiky [online] 2018. [cit. 2018-02-15].
Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/vnejsi-havarijni-plany-vnejsi-havarijni-plany.aspx>
- [16] Vnější havarijní plán pro zónu havarijního plánování Jaderné elektrárny Dukovany (aktualizace 2012).
- [17] www.docplayer.cz [online] 2018. [cit. 2018-02-14]. Dostupné z:
<http://docplayer.cz/4966474-Dekontaminacni-latky-a-smesi.html>
- [18] Hasičský záchranný sbor České republiky [online] 2018. [cit. 2018-01-05].
Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/informacni-servis-casopis-112-2012-x.aspx?q=Y2hudW09NA%3d%3d>
- [19] Bojový řád jednotek požární ochrany. 1. vyd. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007, 561 s. ISBN 978-80-7385-026-5
- [20] Řád chemické služby HZS [online] 2018. [cit. 2018-03-28]. Dostupné z:
<https://www.pozary.cz/clanek/50732-rad-chemicke-sluzby/>
- [21] O energetice [online] 2018. [cit. 2018-02-13]. Dostupné z:
<http://oenergetice.cz/elektrarny-cr/jaderna-elektrarna-dukovany/>
- [22] Centrum výzkumu Řež s.r.o. [online] 2018. [cit. 2018-02-14]. Dostupné z:
<http://reaktory.cvrez.cz/reaktor-lvr-15/>
- [23] ČEZ [online] 2018. [cit. 2018-03-2]. Dostupné z:
<https://www.cez.cz/edee/content/microsites/nuklearni/zaj3.htm>
- [24] Nature and aviatik photography by Daniel Huml [online] 2018. [cit. 2018-03-12].
Dostupné z: <https://www.dah7.cz/klicova-slova/mil-mi-17-886.html>
- [25] 31. Pluk radiační, chemické a biologické ochrany Liberec. In: *Ministerstvo obrany ČR* [online] Praha, ©2018 [cit. 2018-4-3]. Dostupné z: <http://www.cbrn-liberec.army.cz/o-nás>
- [26] *Katalog material k ochraně proti zbraním hromadného ničení a chemickému zabezpečení: Catalogue NBC Defence and Chemical Support Equipment*. NBC Monitoring Centre. Praha, 2001. s. 84
- [27] Cvičení ZÓNA 2017 [online] 2018. [cit. 2018-01-30]. Dostupné z:
<http://www.hzscr.cz/clanek/krizove-rizeni-a-cnp-cviceni-organu-krizoveho-rizeni-cviceni-organu-krizoveho-rizeni.aspx?q=Y2hudW09NQ%3D%3D>

Seznam obrázků

Obrázek 1: Nános dekontaminační směsi postřikovým rámem POR-82 [vlastní zdroj]	7
Obrázek 2: Rozdělení biologických účinků na živý organismus [6]	15
Obrázek 3: Jaderná elektrárna Dukovany [21]	20
Obrázek 4: Mapa vnějších zón havarijního plánování [16]	22
Obrázek 5: Souprava dekontaminace osob [vlastní zdroj]	24
Obrázek 6: Souprava dekontaminace osob – sprchová část [vlastní zdroj]	25
Obrázek 7: Stanoviště dekontaminace osob – SDO-1 [18]	26
Obrázek 8: Stanoviště dekontaminace osob – SDO-2 [18]	28
Obrázek 9: Stanoviště dekontaminace osob – SDO-3 [18]	29
Obrázek 10: Automobil chemický rozstřikovací ACHR-90M [vlastní zdroj]	31
Obrázek 11: Mycí zařízení MZ-82 [vlastní zdroj]	33
Obrázek 12: Postřikový rám POR-82 [vlastní zdroj]	34
Obrázek 13: Stanoviště dekontaminace techniky – SDT [18]	35
Obrázek 14: Land Rover 130 RCH [vlastní zdroj]	37
Obrázek 15: Land Rover 130 RCH - vnitřní vybavení [vlastní zdroj]	38
Obrázek 16 Vrtulník Mi-17 [24]	39

Seznam tabulek

Tabulka 1: Normy ozáření u potravin [5]	14
Tabulka 2: Takticko-technická parametry SDO [26]	25
Tabulka 3 Vyčleňované prostředky pro dekontaminaci osob [16]	29
Tabulka 4: Takticko-technické parametry vozidla ACR-90M [26].....	32
Tabulka 5 Takticko-technická data SDT [18].....	35
Tabulka 6 Vyčleněné prostředky pro dekontaminaci techniky [16].....	36
Tabulka 7 Vyčleňované síly pro DK [16].....	40
Tabulka 8: Srovnání možností dekontaminačních míst [15]	42